



La lutte contre l'érosion des sols à Mayotte, en préservant le lagon contre les risques d'envasement, intéresse au premier chef les 20.858 ménages agricoles ✕, érigeant l'Agriculture mahoraise au rang de premier acteur économique de l'île, par la préservation de son outil de travail : LE SOL

Les fiches présentées ici sont organisées en 4 modules :

- Module 1, « Comprendre » rappelle les facteurs de l'érosion hydrique et les spécificités de Mayotte.
- Module 2, « Agir » propose des solutions techniques de lutte contre l'érosion faisant appel aux notions de CGES, associant la biomasse et la fertilité des sols dans la lutte contre l'érosion.
- Module 3, « Retraçage des sentiers » donne les grandes lignes d'une action intégrative circonscrite au bassin versant
- Module 4, « Pour en savoir plus » regroupe les annexes et approfondie certains thèmes, présente un glossaire et renvoie à la bibliographie.

Les auteurs des fiches techniques remercient chaleureusement Eric Roose (IRD\*) et François Besse (Cirad\*) pour leur relecture attentive des fiches techniques de janvier 2007 (version 1) et pour leurs recommandations judicieuses.

✕ source : Mayotte en 2006, IEDOM 2006

\* les astérisques renvoient au glossaire : Module 4

# Module Comprendre

## fiche 1.1 Introduction

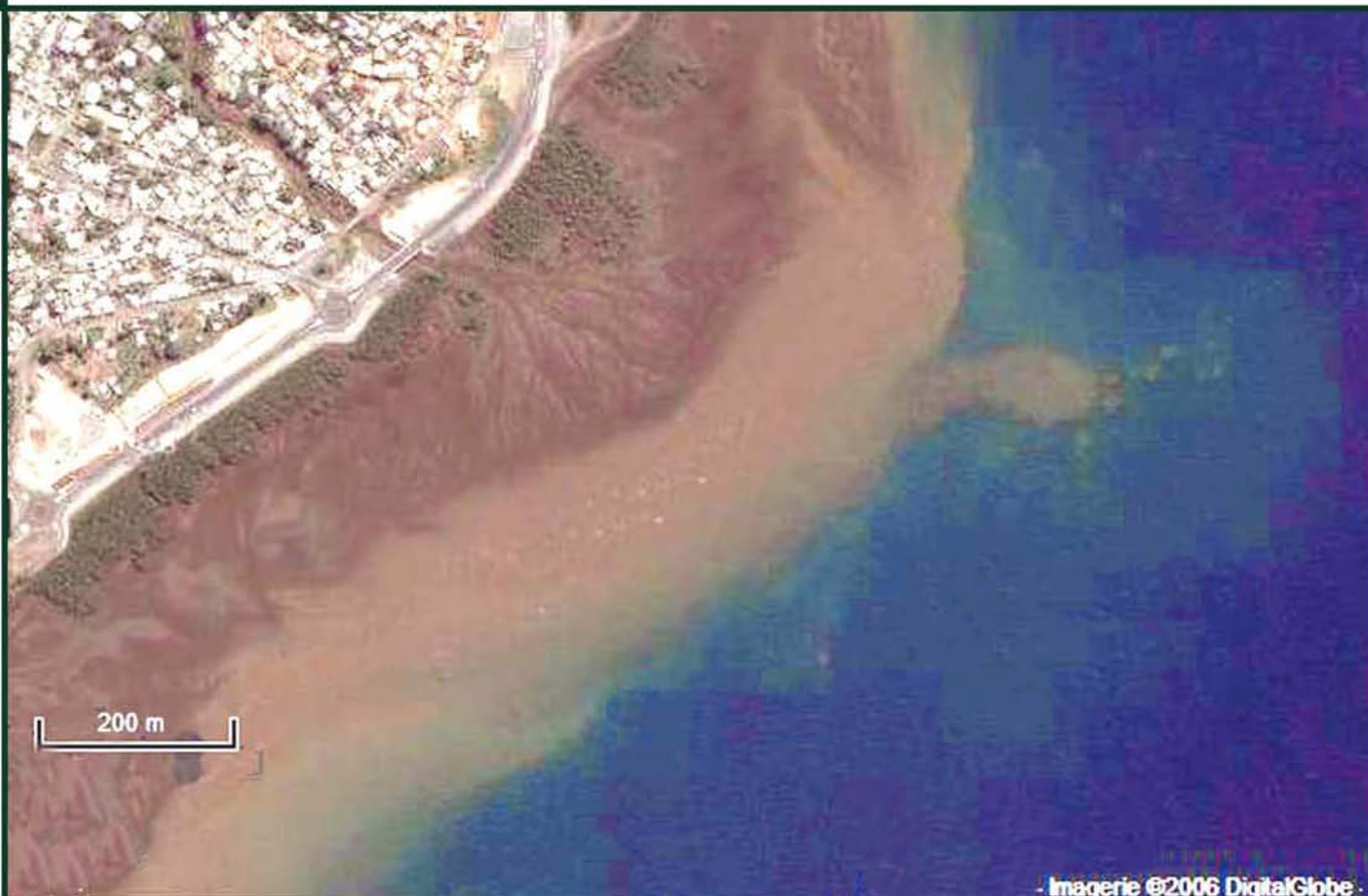


photo 1 : envasement de la lagune de M'Tsapéré : route du littoral N° 1

Les premières recommandations concernant les mesures de lutte anti-érosive aux Comores remontent aux années 70-80 avec l'équipe de pédologues de l'IRAT\*. Puis, en 1992, Raunet M., CIRAD, recense "les facteurs de l'érosion des terres et de l'envasement du lagon".

A la même époque, le programme Cordet (1992-1996) implantera un dispositif de parcelles de Wischmeier\* avec comparaison des différentes pratiques de culture sur pentes inférieures à 25%.

Pour des pentes plus fortes, c'est la méthode de suivi des variations topographiques à la parcelle qui sera retenue, par placements de piquets (Lapègue J. 1999), et l'utilisation de l'érodimètre différentiel à aiguilles (Autfray P, 2003 et Feret J.B. 2004). Les investigations porteront sur les parcelles de culture et sur les padzas\*. Le tableau 1 (fiche 4.1) regroupe les résultats du programme Cordet.

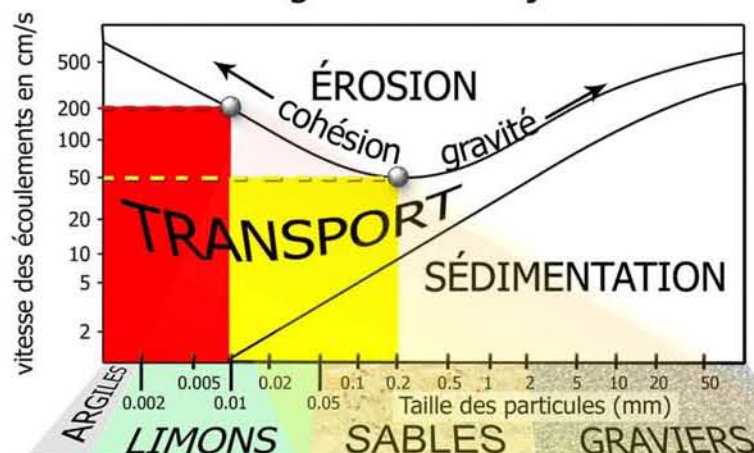
Le suivi des atterrissements (Wischmeier) ou des variations topographiques limite les investigations au niveau parcelle, or l'érosion hydrique concerne l'ensemble du bassin versant comme tient à le rappeler Lapègue J. "la turbidité (à l'exutoire des ravines) est le marqueur aval de l'érosion".

La méthode des bilans spatialisés\* (Vallès V. 2006) permet "de remonter à la connaissance des chemins d'eau, de son origine, de sa vitesse de circulation et de l'origine géographique dans le bassin versant des produits érodés, dans le but de localiser les zones d'érosion massives"



# Fiche 1.2 Bases physiques de l'érosion

Diagramme de Hjulström

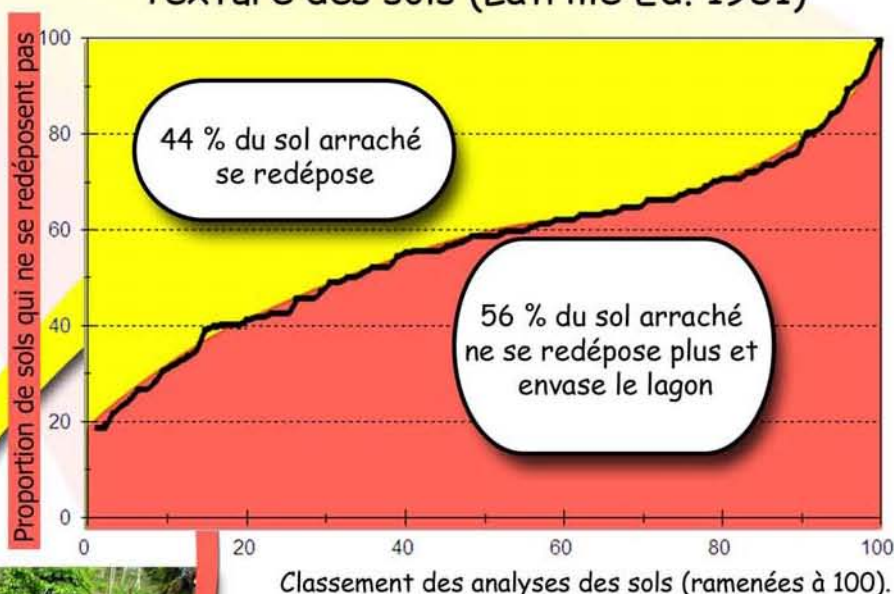


représentés par le rectangle jaune, sans considération particulière en fonction de l'organisation des argiles et de la stabilité structurale des agrégats du sol.

La différence fondamentale entre les deux classes de particules concerne leur capacité à se redéposer après arrachement (érosion) : ainsi les argiles et limons fins (rectangle rouge) une fois arrachées ne se redéposent plus et sont entraînés inéluctablement jusqu'au lagon.

Texture des sols (Latrille Ed. 1981)

Le graphique des textures des sols donne la part relative des deux classes mentionnées ci-dessus (tiré d'un échantillon de 95 analyses de sols Latrille Ed. 1981)



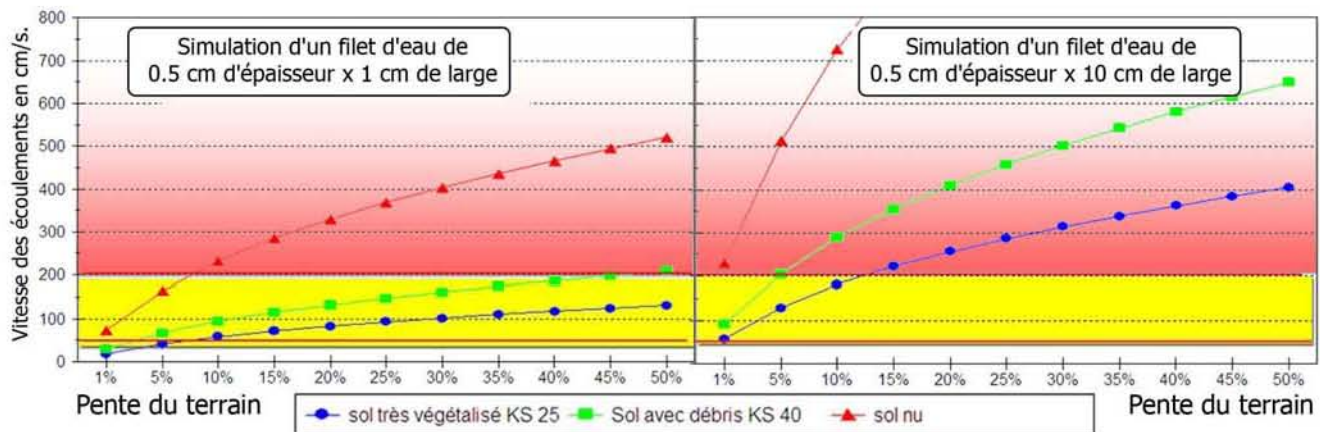
La photo de gauche illustre un atterrissement de sol consécutif à une forte pluie sur une parcelle entretenue : après entraînement des particules, les limons grossiers et sables sédimentent dans le caniveau (dépôt) tandis que les flaques d'eau alentours restent chargées en argiles en suspension. Lors de la prochaine pluie, les argiles et limons fins (flaques d'eau trouble) poursuivront leur chemin inéluctablement vers le lagon et représentent 56 % des sols arrachés par l'érosion.



# Fiche 1.3 Gestion des eaux de ruissellement

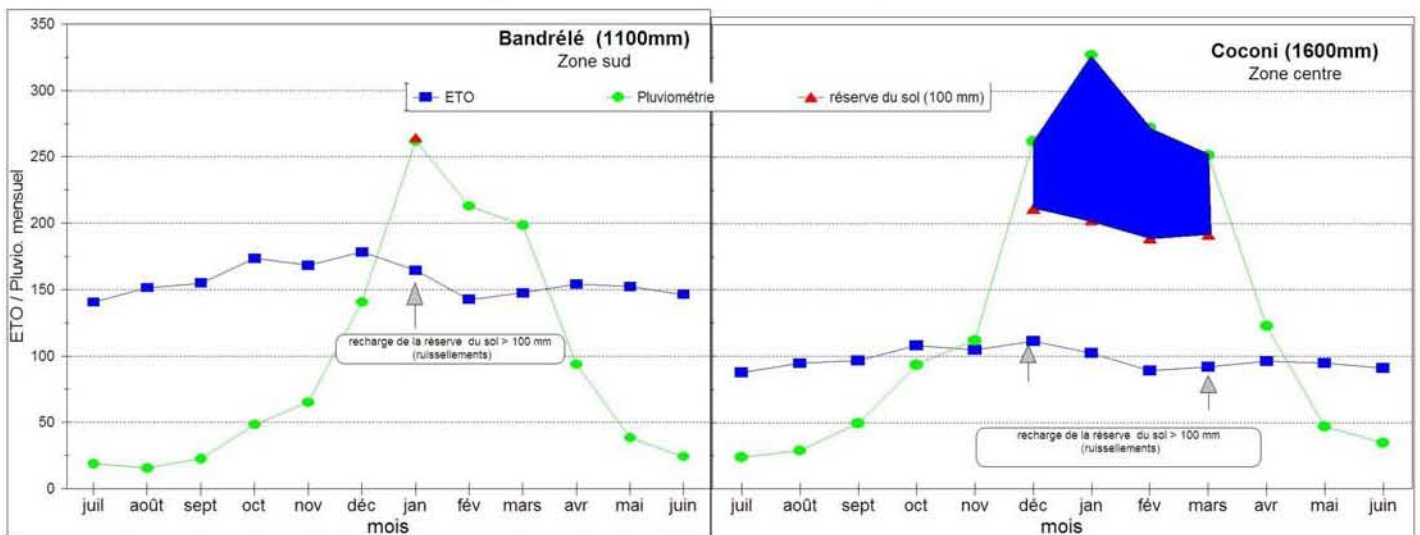
L'arrachement des particules du sol est lié à leur taille et à la vitesse d'écoulement des ruissellements, cette vitesse dépend de la pente et de la rugosité de la surface ruisselante ainsi que de la connaissance des périodes de ruissellement. Dans le calcul des vitesses (formule de Manning-Strickler), la rugosité de surface intègre l'état du sol (nu, couvert de débris ou très végétalisé), mais également l'aspect des filets d'eau ruisselant, à savoir : leur largeur ici : respectivement de 1 et 10 cm, pour appréhender les risques d'érosion respectivement sur cultures (filets d'eau indépendants) et sur sentiers (filets d'eau concentrés), l'épaisseur de la lame de 0.5 cm est supposée constante. Dans les graphiques ci-dessous, on rappelle les vitesses d'arrachement pour les différentes particules du sol : argiles et limons fins en rouge et limons grossiers et sables fins en jaune.

## Simulation des vitesses d'écoulement selon les pentes et les types de couverts



Ainsi, pour des filets d'eau d'1 cm de large (sur parcelles de culture), il ressort que la vitesse de ruissellement reste en deçà de 200 cm/s pour des sols recouverts de débris végétaux ou très végétalisés, pour des pentes jusqu'à 50%\*, tandis que l'érosion des argiles sur sol nu apparaît dès 10%. En revanche, pour des filets d'eau plus larges (sentier), la vitesse de 200cm/s est atteinte dès 10% de pente quelle que soit la couverture. Les sentiers sans végétation, où les filets d'eau se regroupent, sont incisés dès 1% de pente. Cependant, ces conclusions ne sont pas opérationnelles en terme de recommandations techniques qui doivent prendre en compte les densités de plantation : ce que nous présentons dans la fiche 2.4.

## Périodes de ruissellement pour deux zones climatiques contrastées



Concernant les périodes de ruissellement, celles-ci correspondent au "débordement de la nappe" après saturation de l'horizon superficiel du sol (donné ici pour 100 mm de pluviométrie d'après Lapègue J.1999, ETO Pariaud B. 2003).

Les graphiques illustrent (aire bleue foncée) les périodes de ruissellement pour deux zones contrastées respectivement à Coconi et Bandré.

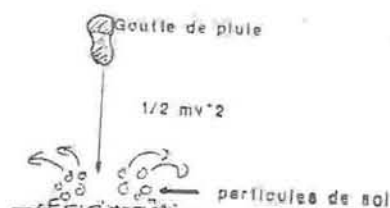


# Fiche 1.4 Les manifestations de l'érosion

L'érosion est un phénomène naturel impliqué dans la formation des paysages. On parle alors d'érosion normale ou géologique qui façonne lentement les versants (décapage de surface de 0,1 à 1 t/ha/an de terre) tout en permettant le développement d'une couverture pédologique (ou sol) issue de l'altération des roches en place en présence de la végétation et des apports alluviaux et colluviaux.

On dit que les paysages sont stables quand il y a équilibre entre la pédogenèse (vitesse d'altération des roches) et la morphogénèse (érosion, dénudation) (Roose E., 1994).

Par suite de mauvaises pratiques, l'érosion peut atteindre des intensités de 10 à 1 000 fois plus rapides que l'érosion normale. Il suffit d'une perte en terre de 12 à 15 t/ha/an, soit environ 1 mm de sol par an (décapage de surface) pour dépasser la vitesse d'altération des roches. On distingue plusieurs manifestations d'érosion plus ou moins visible :



- L'érosion due à la séparation des agrégats du sol par les gouttes d'eau ou effet "Splash" : c'est l'énergie des gouttes de pluie emmagasinée pendant la chute qui détache les particules de sol. Tout obstacle qui s'interpose avant le sol protège ce dernier contre l'érosion. Une chute de 8 à 10 m suffit pour "recharger" la goutte en énergie : c'est la hauteur des branches basses des grands arbres (Roose E. (1994).



- L'érosion en nappe est difficile à voir : mise à nue des racelles superficielles des végétaux, présence de plages de couleur claire aux endroits les plus décapés (rupture de pente) entraînement de la terre fine par ruissellement, (présence de laisses), présence de colonnettes sous des obstacles protégeant contre la battance (Roose E., 1994).

- L'érosion linéaire : la concentration des micro-ruissellements due à l'érosion en nappe forme des mini-rigoles ou filets d'eau qui ne convergent pas, mais restent parallèles (dans le sens de la pente). A ce stade, un paillage du sol permet de les supprimer et d'améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol.



- L'érosion en rigoles : les filets d'eau se regroupent et forment une rigole qui s'approfondit. La rigole se transforme en ravine lorsque sa profondeur interdit son nivellement par des simples instruments aratoires. La culture du manioc sur butte en concentrant les eaux de ruissellement est particulièrement sensible à cette forme d'érosion. On dit que l'érosion est régressive quand l'approfondissement des ravines remonte du bas vers le haut de la pente.



Les sentiers d'accès aux parcelles présentent souvent un profil en "V", propre à l'érosion en ravine sur matériau argileux.



# Module Agir

## fiche 2.1 Introduction



### Rappel des préconisations antérieures.



Nous avons vu que l'énergie d'arrachement des particules du sol provient de la vitesse de l'eau, cette dernière dépend de la pente et de la rugosité du sol. C'est pour cela que les premières actions de lutte contre l'érosion ont consisté à adoucir ou aplanir le terrain par la confection de terrasses. Ces actions, regroupées sous le vocable de Défense et Restauration des Sols (DRS) remontent aux années soixante. Des aménagements spécifiques aux Comores ont été décrits et réalisés par la SATEC et l'IRAT (Latrille Ed., Subreville G. 1979)

Pourtant, dans les années quatre-vingt, force est de constater que les résultats ne sont pas à la hauteur des attentes, d'autres techniques moins lourdes peuvent leur être substituées : "Hormis les terrasses précitées, le paysan applique plus ou moins consciemment des techniques bio-culturelles plus ou moins efficaces contre l'érosion", (Latrille Ed. Subreville G. 1979) ; sur forte pente, le système Bamiléké préconisant des billons dans le sens de la pente est proposé par Latrille et Subreville (fiche 4.2)

Lapègue J. (1999) opte pour l'approche G.C.E.S. (Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols) en mettant l'accent sur la préservation de la structure du sol, ainsi que sa restauration, tout en rappelant la particularité de l'agriculture mahoraise, marquée par des pratiques traditionnelles.

Il conclut sur "la proposition d'un plan global (qui) doit s'appuyer sur des arguments économiques positifs, liant les agriculteurs aux pouvoirs publics. L'abandon des cultures traditionnelles, vécu comme une contrainte sans rentabilité pour l'agriculteur n'ayant aucune chance d'aboutir, il faut faire ressortir le coût de l'érosion pour les deux parties : sur la parcelle, (...); en aval (pollution des eaux des retenues collinaires, augmentation du débit des crues, étiage précoce, ...)".

Autfray P. (CIRAD, 2004), dans ses recommandations de lutte anti-érosive auprès du CELRL (Petite Terre) met l'accent sur la conservation de la biodiversité et le maintien de la fertilité des sols. Raunet M. (2004), en appui à Autfray P. recommande le système de cultures sous couverture ou "SCV\*" : "le seul procédé vraiment efficace et économique pour éviter l'érosion est la couverture du sol pendant toute la saison des pluies il sera toujours bien préférable aux "aménagements" (murets, billonnage, cordons végétalisés... qui demandent à être bien faits et entretenus".

Cette revue historique résume bien l'évolution des modes de pensées concernant la lutte contre l'érosion ; depuis les actions lourdes (terrassements) des années soixante, au retour à des principes centrés sur les aspects biologiques. Enfin, Lapègue J. (1999) préconise une approche holistique en associant l'ensemble des acteurs subissant le préjudice de l'érosion (voir fiche 2.8).



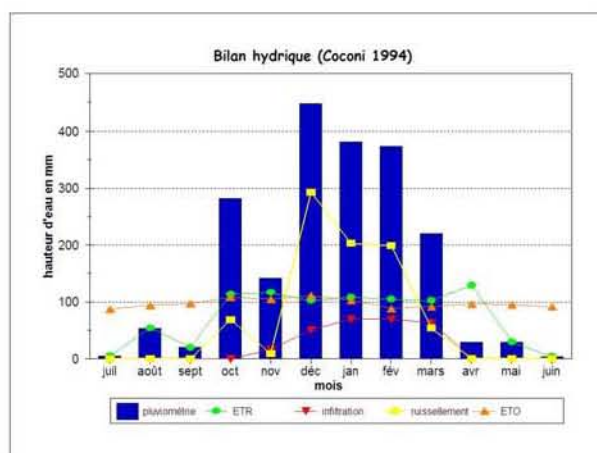
## Fiche 2.2 Concept de la lutte contre l'érosion

Le schéma page suivante illustre notre approche de lutte contre l'érosion centrée sur la gestion des ruissellements par l'amélioration des termes du bilan hydrique \* (Lapègue J. 1999, données lysimétriques Coconi 1994). Ainsi, pour un total pluviométrique de 1985 mm (100%), le ruissellement s'élève à 823 mm (41 % des pluies), le prélèvement par les végétaux (ETR\*) à 889 mm (45% des pluies) et le drainage à 271 mm (14 %).

$$\text{Ruissellement (41 \%)} = \text{Pluies (100\%)} - \underbrace{[\text{ETR (45\%)} + \text{drainage (14\%)}]}$$

Bilan hydrique données lysimétriques (Lapègue J. : Coconi 1994)  
et climatologiques (ETO Parriaud 2004)

infiltration dans le sol (59%)



Ainsi pour réduire le ruissellement, on doit augmenter la part de l'ETR et du drainage (infiltration profonde) :

-> par l'augmentation de l'ETR qui passe par une demande plus importante en eau de la végétation en place : augmentation de la biomasse végétale (couverts denses, cultures associées (pérennes et annuelles), semis précoces.

-> par l'augmentation de l'infiltration profonde de l'eau dans le sol qui est fonction de la structure des couches superficielles du sol, favorisée par une structure "grumeleuse" construite par la matière organique stable : la biomasse microbienne et les cations, principalement le fer (Fe) qui lie les argiles à l'humus, et la formation de "macro-agrégats" par la biomasse racinaire (chevelu des graminées). En luttant contre la dégradation de la surface du sol et des couches superficielles : compaction par le

le piétinement des animaux, perte de la matière organique par le brûlis, par la limitation des façons culturales qui stimulent la vie microbienne (consommatrice de M.O.), par la réduction des pertes en éléments, dont le "fer réduit" soluble sous conditions d'engorgement du sol, par la substitution de la jachère de longue durée (20 ans) qui assurait le renouvellement de la matière organique M.O.) et la remontée des éléments fertilisants du sol par des apports progressifs de matières organiques et de fertilisants minéraux (bilan de fertilité\*), par le choix judicieux de cultures à fort enracinement qui contribue à l'incorporation profonde de M.O., par l'incorporation des résidus de récolte et l'apport de compost en particulier dans les trous de bananiers lors des replantations (Arrivets J. 2006).

L'ETR présenté dans le bilan hydrique est à relier à la notion de réserve utile racinaire (R.U.R. Forest F., Reyniers F. N. 1990), et correspond à la quantité d'eau mise à la disposition de la culture en fonction de l'épaisseur du sol prospectée par les racines de celle-ci. La réserve en eau est fonction de l'épaisseur de sol exploité par les racines, mais aussi du type d'argile : les kaolinites (Choungui) emmagasinent 10 mm d'eau pour 10 cm de sol, les montmorillonites (zone sud) 40 mm d'eau pour 10 cm de sol, en comparaison la M.O. stocke 100 mm d'eau pour 10 cm de sol !.

Enfin, la limitation du ruissellement passe également par l'évacuation au plus court des écoulements dans les ravines naturelles (réduction de la longueur de pente du "facteur topographique") après retraçage des sentiers de desserte des parcelles de culture.

-> par la rugosité du sol et les densités de plantation (voir graphique et tableau : fiche 2.4)

L'attention du lecteur est attiré ici sur les risques de glissement de terrain sur sol pentu (>45%) provoqué par la lubrification des couches d'argiles (genèse des padzas) due à l'augmentation de l'infiltration profonde (drainage) par des systèmes de rétention d'eau : banquettes, ados isohypses (Roose E. com.pers, Arrivets J. 2006). Il convient également de prendre en considération le poids de la biomasse (plantation d'arbres versus plantes pérennes semi-rampantes) dans l'évaluation de ces risques. (Roose E. com.pers).



## Fiche 2.3 Gestion des ruissellements

### Mauvaises pratiques sur pente



Par buttage (manioc)



Par densité faible (canne)

### Concentration des ruissellements

Evapotranspiration  
de la biomasse  
45 % (ETR)

Précipitations 100 %

Tassement du sol  
diminution de  
l'infiltration  
Augmentation du  
ruissellement

Ruissellement  
41 %

Absorption par  
les racines

Infiltration  
59%

Pluies = ruissellement +  $\frac{\text{drainage} + \text{ETR}}{\text{Infiltration}}$

Drainage profond  
Alimentation  
des nappes 14%

données : source Cordet 1994.

Surface dégradée

**Erosion**  
Pertes matières  
organiques  
et minérales

### Bonnes pratiques culturales :



Cultures associées traditionnelles respectueuses  
de l'environnement sous réserve du maintien  
de la fertilité .



Structure grumeleuse propice  
à l'infiltration de l'eau

### Restauration des sols dégradés



Plantation d'espèces pérennes fourragères

\* semi-rampante (frein au ruissellement) :

\* très résistante à la sécheresse : enracinement profond, amélioration de la structure du sol et de l'infiltration de l'eau par des apports d'engrais et de M.O. pour revitaliser le sol au démarrage.

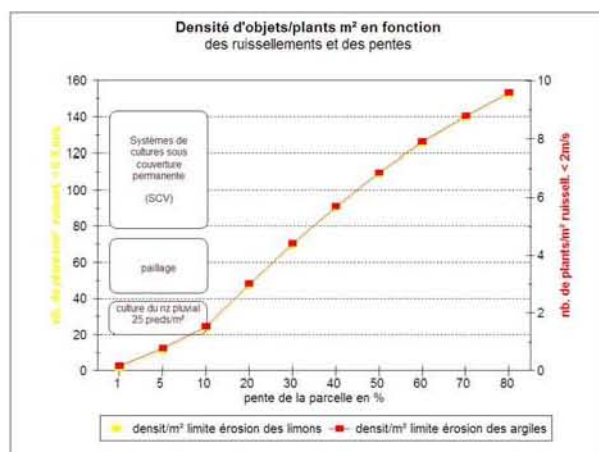


# Fiche 2.4 Concept de la lutte contre l'érosion

Dans notre quête de la préservation de l'envasement du lagon, nous préconisons la suppression de l'arrachement des argiles à l'origine, celles-ci ne se redéposant plus par la suite et rendent vain tout aménagement filtrant (bandes enherbées, haies, etc.). De plus, nous avons vu au module "Comprendre" que pour des pentes jusqu'à 50%, des filets d'eau indépendants (1 cm de large) sur sol bien couvert n'étaient pas érosifs à l'égard de celles-ci. Le graphique ci dessous quantifie ce couvert par le biais des densités de plantation, ces dernières sont fonction des vitesses d'écoulements limites de 0.5 m/s et 2 m/s, correspondant aux vitesses d'arrachement des limons grossiers (en jaune) et des argiles (en rouge) selon la pente.

Ces densités restent faibles à l'égard de l'érosion des argiles (forte cohésion). Cependant, l'érosion de particules grossières (limons grossiers et particules d'humus) pour des vitesses plus faibles doit être considérée non seulement comme un appauvrissement de la fertilité de la parcelle, (érosion en nappe et décapage de l'horizon de surface riche en humus), mais également comme le départ de ruissellements concentrés, prélude au ravinement très érosif, même sur sol argileux. Ces éléments grossiers peuvent se redéposer sur des obstacles, ce qui n'est pas le cas des argiles !

La simulation présentée sur le graphique est calée sur les préconisations de Latrille Ed. (1981) limitant les cultures à 13% de pente, ici, le riz pluvial à 25 pieds/m<sup>2</sup>.



Pour des pentes inférieures à 13%, les cultures associées sont recommandées, au-delà, le contrôle de l'érosion passe par le paillage, puis par les techniques sur couvertures permanentes (SCV).

A titre d'illustration du tableau, un paillage de densité 80 "plants/objets"/m<sup>2</sup> (maille de 0.11 m x 0.11 m) dans une culture doit contrôler l'érosion sur des pentes jusqu'à 35% ; au-delà, les systèmes sur couverture permanente sont recommandés. Attention, le rôle des arbres se limitent à l'ancrage du sol (risque de reptation et glissement) et n'interviennent pas ici.

La densité de plantation et l'architecture de la plante sont à prendre en considération : ainsi, la canne fourragère, à port érigé avec un faible tallage (faible empreinte au sol), malgré une masse foliaire importante, ne contrôle pas l'érosion sur pente, même faible, en revanche, le Brachiaria, grâce à son port semi rampant, malgré une densité de plantation faible (4 pieds/m<sup>2</sup>) est préconisé en couverture. Le Pueraria, malgré sa végétation volubile\* et une importante masse foliaire ne protège pas contre l'érosion (programme Cordet Lapègue J. 1999) tableau 1 fiche 4.1.



Reptation du sol : arbres adultes penchés et jeunes pousses verticales

Correspondance : Densité de plantation et nombre de pieds/objets par m <sup>2</sup>		
arbres	Densité par ha	Nb. de pieds/objets par m <sup>2</sup>
agrumes	400	0.04
arbre à pain	100	0.01
bananier	1600	0.16
cocotier	150	0.015
goyavier	750	0.075
jacquier	150	0.015
manguier	200	0.02
papayer	1000 à 2500	0.1 à 0.25
Pomme cannelle	750	0.075
vivriers		
ambrevade	20000	2
maïs	20000 à 60000	2 à 6
manioc	6000 à 10000	0.6 à 1
niébé	50000	5
riz	250000	25
fourrage		
canne fourragère	10000 à 20000	1 à 2
Mixte vivrier/couverture ou mixte fourrage/couverture ou couverture simple		
Arachis pintoï (c)	40000	4
Brachiaria (f/c)	40000	4
Patate douce (v/c)	40000	4
Correspondance : Nb. de plant/objet par m <sup>2</sup> et écartement entre plant/objet en mètre (m).		
Densité/m <sup>2</sup>	Ecartement entre plant/objet	
1	1	
2	0.71	
4	0.50	
8	0.35	
10	0.32	
20	0.22	
40	0.16	
80	0.11	



## Fiche 2.5 Recommandations

### - Les mauvaises pratiques à proscrire -

Les systèmes à base de cultures sarclées (principalement les cultures annuelles) sur fortes pentes : Latrille Ed. (1981) limite les cultures à 13% de pente, tandis que Raunet M. (2004) interdit toute culture au-delà de 40 % sur andosol fragile (Petite Terre) et 50 % sur sol ferrallitique argileux (rouge) à bonne cohésion. (Décapage jusqu'à l'altérite sur parcelle cultivée photo ci contre)



Les défrichements suivis de brûlis généralisés (perte importante de M.O. dans l'horizon de surface (concentration de la fertilité du sol après longue jachère et conservation d'une bonne structure héritée, favorable à l'infiltration de l'eau), la destruction des arbres adultes : rôle d'ancrage du sol en profondeur et en surface (par les racines superficielles).

Les systèmes à base de cultures pérennes à port érigé et faible empreinte au sol, malgré un fort développement foliaire (type canne fourragère) même sur faible pente 10 %

La culture sur sol peu profond, signalé généralement par la présence de blocs décimétriques (augmentation de la rugosité).



Sur de tels sols, l'épierrage est à proscrire ainsi que la construction de murettes sans couverture permanente du sol. Il faut veiller ici à reconstituer un sol par l'apport de matières organiques : plantes à fort enracinement, apport de compost dans des trous de plantation des bananiers Arrivets J. (2006).

La culture sur buttes qui concentre les eaux de ruissellements et creuse des rigoles. Le manioc, toujours sur buttes à Mayotte, est cultivé à plat dans de nombreuses contrées (Baldy C. 1993).

La culture du manioc sur buttes répond à l'exigence de sols peu profonds (cas de Petite Terre Raunet M. 2004) et sur sol à fertilité très réduite (carence en phosphore généralisée Latrille Ed. 1981, Chabalière P.F. 2006). Les endomycorhizes présents naturellement sur le manioc améliorent l'absorption de l'eau et du phosphore qui fait défaut aux autres cultures. C'est ainsi que le manioc est reconduit d'années en années sur les sols les plus fragiles !



Culture de manioc à plat



Culture de manioc sur buttes



## Fiche 2.6 Recommandations (suite)

### - Des itinéraires techniques inappropriés -

Le semis tardif par rapport à la date d'apparition des ruissellements : la culture peu développée couvre mal le sol non protégé. L'analyse fréquentielle des pluies (fiche 2.2) par zone permet de mieux cerner les dates de semis et d'évaluer les risques érosifs.

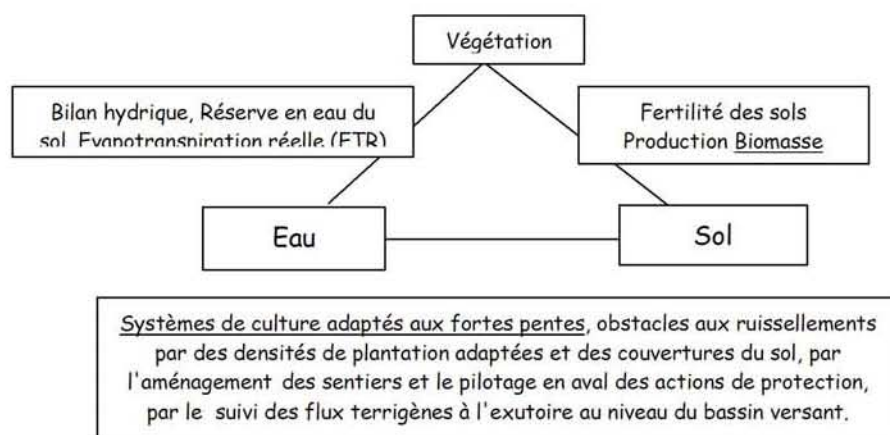


La parcelle mise à nu (propre) lors de la préparation avant semis et les risques de pluies précoces. La prise en compte de la rugosité du sol est primordiale, cependant sur un sol bien structuré (bonne fertilité), les pluies de début de saison ne sont pas ruisselantes, même sur pente forte de 30 % comme l'a montré nos tests avec simulateur de pluies (Longcôté J. 2005) (Mini-simulateur de pluies type IRD photo ci contre)

### Les idées reçues à revoir.

En premier lieu, l'idée que la production d'une culture émane de la Providence et que par conséquent, aucune amélioration n'est possible. C'est ainsi qu'il est difficile d'avancer l'idée d'érosion (sans équivalent en shi mahorais) pour expliquer les baisses de production, pourtant souvent évoquées lors d'animation auprès de groupements paysans.

De ce constat découle la difficulté de sensibiliser à l'égard de la gestion de la fertilité du sol, en particulier la notion de restitution des exportations, difficile à concevoir eu égard à la prodigalité de la Nature, socle indissociable du triptyque : Fertilité des sols- Production de biomasse- préservation de l'érosion (approche CGES) gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols .



Au niveau technique, nous avons vu dans le module "Comprendre" que les argiles et limons fins (où se concentre la fertilité minérale du sol) ne sédimentent plus après arrachement et vont se déposer dans le lagon par entraînement par les eaux. Si une retenue collinaire se trouve dans l'axe d'écoulement des eaux chargées en ces éléments, les eaux seront impropres à la consommation (coûts des traitements). Le SIEAM cherche à s'en affranchir par l'augmentation des forages (Chamssidine H. 2007). Il importe d'agir au plus près de la cause de l'érosion et de relativiser les effets escomptés par les filtres physiques : murets, cordons pierreux, andains à base de branchage et troncs (bananiers), ou en végétation : haies vives, bandes enherbées ou cultivées (ananas, vétiver) ou uniquement enherbées, "la meilleure façon de réduire la circulation des argiles est de supprimer l'érosion dès sa naissance à la surface du sol par un couvert complet (> 80%) et permanent sur des pentes moyennes (10-25%) sur bananeraies à fortes (40%) sur cannes et ananas" (Khamsouk B., Roose E., 1999).

Il est à noter que le reprofilage de certaines parcelles pentues (réduction de la déclivité) est réalisé par atterrissement des particules en amont de tels filtres (cordons, vétiver, Latrille 1981) avec les risques de pollution liés aux argiles



## Fiche 2.7 Recommandations (suite)

### - Les actions à entreprendre au niveau de la parcelle de culture

Elles concernent, en tout premier lieu, les moyens à mettre en oeuvre pour empêcher l'arrachement des particules du sol :

- en faisant obstacles aux eaux de ruissellement par des densités de plantation appropriées. En se référant au graphique "densité de plantation/m<sup>2</sup>" il s'agit ici d'une simulation qu'il convient de paramétrer par des enquêtes et des suivis de terrains) et au tableau de "densité de plantation en culture pure" (fiche Agir 2.4), il ressort qu'au delà de 13 % de pente, les cultures seules, ici le riz pluvial à forte densité, ne permettent plus le contrôle total de l'érosion.

Entre 13% et 30% de pente, le "paillage" est nécessaire à condition d'être uniformément étalé sur la surface du sol.

Le tableau de correspondance entre le nombre de pieds (ou objets)/m<sup>2</sup> et l'écartement entre les objets donne une idée de la disposition des obstacles suffisamment lourds pour ne pas être emportés par les eaux (exemple les pierres qu'il convient de laisser en place) ou longs pour un enchevêtrement avec la culture.

Au delà de 30 %, la couverture permanente au ras du sol est nécessaire, à l'image des parcelles d'Ylang "engazonnées" : les "gazons" à port semi rampant sont à privilégier, spécialement, ceux qui développent des stolons (tige adventive rampante favorisant la multiplication végétative des plantes).

L'autre solution mentionnée par Raunet M. (2004) fait appel aux techniques concernant les systèmes de culture sous couverture végétale permanente qui après implantation "sont toujours préférables aux aménagements (murets, billonnage, cordons végétalisés qui demandent à être bien faits et entretenus". Le Cirad Mayotte a initié des actions relevant des techniques de SCV (Autfray P. 2002-2004). "Les structures anti-érosives" peuvent être utiles localement pour stopper l'érosion linéaire ou l'érosion en masse (glissements, coulées). Mais elles ne sont pas suffisantes, il faut adapter des systèmes qui couvrent le sol en permanence durant la saison des pluies" (Roose E. com. pers. 2007).

- en améliorant la cohésion des particules du sol (formation d'agrégats stables) par l'apport de matières organiques fermentées, en particulier le compost, (liaisons humus-argiles par le fer ou apport d'autres cations flocculants (amendements Ca et Mg). Ancrage du sol par le chevelu racinaire : choix d'espèces fasciculées à fort enracinement, avec remontée de la fertilité, spécialement par apport de phosphore, propice au développement des racines (Roose E. com. pers. 2007).

- par la préservation de la biodiversité : cycles variés et permanence d'un couvert végétal, architecture des plantes sur plusieurs niveaux (cultures étagées), types d'enracinement variés pour une meilleure exploitation du sol et la lutte contre les parasites.

- par les associations de cultures pour les cultures à fort écartement : telles que bananes, manioc, ambrevade, pour lesquelles les densités en culture pure n'assurent plus le contrôle de l'érosion. Sur forte pente (> 15%), on leur associe une couverture : paillage ou plante de couverture ou une culture rampante, avec apport d'engrais (NPK) (voir Bozza J.; Chamssidine H., Chadouli O., Madi A. Liste du matériel végétal diffusé par la station de Dembéni nov; 2006).



Densité de plantation faible et érosion sous forte pluie

Contacts : Jean Bozza UR G-EAU Montpellier bozza@cirad.fr

Houlam Chamssidine Conseil général : chamssidine.houlam@yahoo.fr



## Fiche 2.8 Gestion sociale de la lutte anti-érosive

L'aspect social, au demeurant très important, n'est pas abordé dans les fiches techniques pour la simple raison qu'il n'a pas été possible pendant le temps imparti (1 an) de créer une dynamique collective de concertation avec les personnes ressources au sein de l'OGAF nord (Bozza J., Chamssidine H., Longcôté J. 2005).

Pour autant, l'envasement du lagon est un marqueur intense du déséquilibre socio économique de l'île et sa sauvegarde s'inscrit dans le développement durable de Mayotte. La lutte contre l'érosion à Mayotte est l'affaire de tous, autant que de spécialistes comme le rappelle Lapègue J. (1999) : "la proposition d'un plan global doit s'appuyer sur des arguments économiques positifs, liant les agriculteurs aux pouvoirs publics. L'abandon des cultures traditionnelles, vécu comme une contrainte sans rentabilité pour l'agriculteur n'ayant aucune chance d'aboutir, il faut faire ressortir le coût de l'érosion pour les deux parties : sur la parcelle, (...); en aval (pollution des eaux, augmentation du débit des crues, étiage précoce, (...))."

Le bassin versant est l'unité de lieu de cette concertation entre ces deux parties. Les actions doivent bénéficier à l'ensemble, par une augmentation des productions dans le respect des cultures traditionnelles et de contraintes engendrées par la pluri activité (en amont chez les producteurs) et une sécurisation des infrastructures en aval, et en particulier pour la qualité de la ressource en eau de retenues collinaires Chamssidine H. (2007).



Zone amont : érosion en zones de culture sur parcelles et sentiers



Réunion de sensibilisation : lieu de concertation



Zone aval : dégradation de l'espace public

Destination finale : envasement du lagon





# Module Retraçage des sentiers

## fiche 3.1 Introduction



D'une part, d'après la formule de Manning-Stricler (fiche 1.3), la simulation d'un filet d'eau de 10 cm de large est érosif dès 1% de pente., d'autre part, nous avons attiré l'attention du lecteur sur les risques de glissement de terrain due à l'augmentation du drainage (fiche 2.2), ainsi, en zone à forte précipitation, il convient d'évacuer au plus court les eaux de ruissellements dans les ravines par le reprofilage des sentiers. Cette action s'inscrit dans le cadre d'une démarche participative à l'échelle du bassin versant, thème abordé dans la fiche 2.8.

Ce module tire partie des activités réalisées par l'équipe agronomie du Cirad sur la butte de M'Tsahara au cours de la période (juin 2005-novembre 2006), en réponse à l'appel d'offres de l'OGAF nord (Lidon b. 2004).

Maquette de la butte en 3D  
pour animation de groupe  
(1m x 1 m x 0.8 m)



photo et carte IGN  
de la butte de  
M'Tsahara



### Un double objectif :

- faciliter l'accès des personnes aux parcelles cultivées, dans ce secteur relativement pentu, grâce à un réseau de sentiers plus dense et mieux structuré que l'actuel.
- jouer un rôle important dans la lutte contre l'érosion en "canalisant efficacement" l'eau ruisselante au plus court vers les talwegs situés de part et d'autre de la butte.

### La démarche :

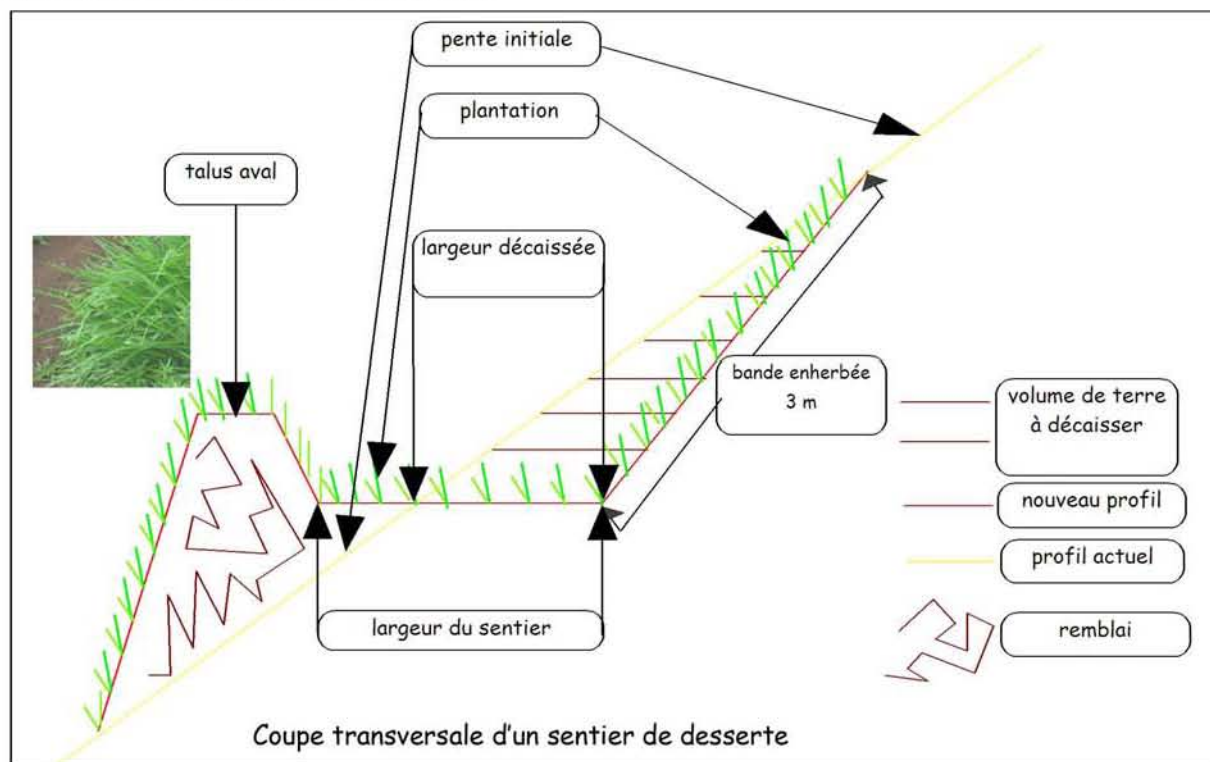
Les sentiers existants sont inadaptés, certains (trait rouge) sont localisés le long des ravines (trait bleu), les eaux de ruissellement s'y engouffrent et génèrent une érosion importante. Deux modèles de sentiers sont proposés selon leur orientation et leur fonction :

- les sentiers montants sont situés sur les lignes de partage des eaux (trait violet) de la butte et sont ainsi protégés du ruissellement qui les érode, des marches d'escalier sont aménagées sur certaines portions très pentues. Ces sentiers relient le village aux différents sentiers de desserte des parcelles.
- les sentiers de desserte (trait jaune) canalisent l'eau de ruissellement en provenance des parcelles amont (ainsi que tout écoulement concentré) pour l'évacuer dans les ravines naturelles (trait bleu). Leur pente est très faible (de l'ordre de 0.5%, voir fiche 1.3) pour éviter que l'eau canalisée ne s'écoule trop rapidement et n'acquiert un pouvoir d'incision. Ces sentiers suivent à peu près les courbes de niveau et sont parallèles entre eux, distants de 50 m environ, réduisant ainsi le facteur topographique : "longueur de pente", contrairement aux réalisations classiques, le sentier enherbé, tient lieu de canal et exclut tout fossé latéral inadapté aux risques cycloniques.



## Fiche 3.2 Conception des sentiers de desserte

Une bande enherbée d'une largeur fixée à trois mètres doit être plantée juste en amont du sentier pour ralentir le ruissellement de l'eau et éviter la formation de petites ravines juste avant de l'atteindre. La terre dégagée est utilisée pour la confection d'un talus aval qui contraint l'eau ruisselante en amont à s'évacuer par le canal ainsi formé. Un couvert de graminées aux racines profondes doit être implantée sur l'ensemble talus et sentier pour le stabiliser et l'affermir face à l'érosion mécanique (Roose E. com. pers.) . *Brachiaria brizantha*, pérenne, résistant à la sécheresse, au piétinement et de bonne qualité fourragère (bêtes au piquet) est recommandé.



Le lecteur se reportera à l'étude réalisée par Florent Champel (2006) pour la réalisation pratique des interventions.

Des abaques renvoient à des dimensionnements de sentiers en fonction

- des intervalles entre les sentiers de desserte (40 et 60 m) pour une intensité pluviométrique de 100 mm/h., jugée maximale (risques cycloniques).
- des longueurs de sentiers (50, 100, 150, 200 et 250 m) depuis la ligne de partage des eaux (emplacement du sentier montant) jusqu'à la ravine naturelle.
- des rugosités de surface du sentier (fond et bords).
- enfin, pour des pentes du terrain de 20 à 50 %.



Ravine naturelle stabilisée



Sentier dégradé apparition de l'altérite préluant au padza anthropique.



Sentier détérioré : débardage des produits fastidieux et risque accru d'accidents corporels.



# Module Pour en savoir plus

## fiche 4.1 Introduction



Le terme érosion vient du latin erodere qui signifie ronger, tel un chien sur un os. L'image pessimiste renvoie à un processus naturel qui abaisse les montagnes, mais "engraisse" les vallées, puis les plaines où une grande partie de l'humanité tire sa subsistance.

Inéluctable, l'érosion doit être maintenue à un niveau tolérable. Roose E. (1994) fixe cette limite entre 0.1 à 1t/ha par an selon les climats, les types de sols et l'épaisseur de sols ; soit un décapage moyen ne dépassant pas 1 mètre en 100 000 ans (10.000 ans) , sous un couvert naturel. De ces alternances entre morphogenèse (érosion, dénudation) et pédogenèse (vitesse d'altération des roches), nous avons hérité les paysages et les sols que nous rencontrons aujourd'hui.

A titre de comparaison ; on mentionnera pour des cultures de manioc à Mayotte : une érosion de 3 à 100 T/ha/an (Autfray P. 2004); de 30 à 120 T/ha/an (Feret J.B 2004). Sur padza, Lapègue J. (1999) mentionne 104 T/ha/an.

L'érosion affecte en premier les couches superficielles du sol où se concentre la fertilité : la productivité des horizons humifères, riches en éléments biogènes (dont les colloïdes qui interviennent entre autre dans la structure du sol), est bien supérieure à celle des altérites (roches pourries sous jacentes), quasiment stériles.

Classement des pratiques					
source : Lapègue J. 1999 modifié d'après Cordet					
pratiques	Ylang gazon naturel ananas en terrasse	végétation naturelle (1m) ananas en terrasse	vétiver poly culture locale anti érosive	manioc non sarclé polyculture locale sarclée	<i>Puéraria</i> sol nu
pertes en kg/ha par mm de pluie	<0.17	<0.25	<0.5	<1	>15
en Tonnes/ha (Coconi 1999)*	<0.34	<0.50	<0.99	<1.985	>29.78
Tableau 1					
* Pour une pluviométrie de 1985 mm : 15 kg/ha par mm de pluies X 1985 mm = 29.78 T/ha					

### Manifestations d'érosion en zone urbaine



rebonds des filets d'eau des toits



décaissement



talus routiers non végétalisés

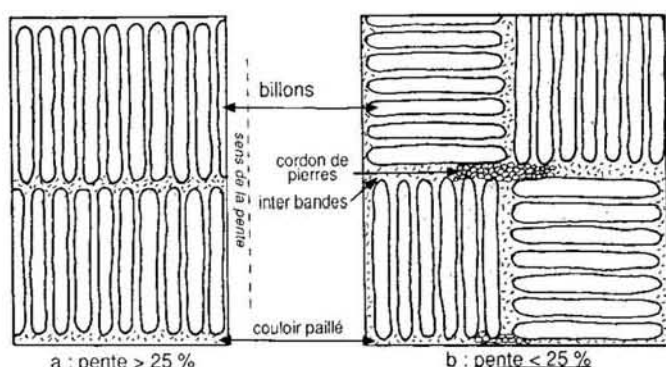


## Fiche 4.2 Le Système Bamiléké

### Orientation et disposition des billons sur une parcelle Bamiléké (Cameroun)

La disposition des billons dans le sens de la pente est bien adaptée aux régions centrales du Cameroun où la faible longueur des versants, la capacité d'infiltration élevée des sols et la culture continue ne permettent ni une concentration des eaux de pluie en surface, ni une grande vitesse d'écoulement superficiel. En revanche, elle ne convient pas aux régions montagneuses et granitiques où l'infiltration est plus faible et la déclivité plus accentuée. (FAO 1994)

Ainsi, la taille et la disposition des billons sur les parcelles cultivées (schéma ci-dessous) varient suivant la position topographique, les types de cultures et l'épaisseur des sols (seule la longueur du billon est quelquefois imposée par la taille de la parcelle cultivée) :



Source Roose E. 1994

- sur les pentes fortes aux sols peu épais, les billons de petite taille (50 à 70 cm d'embase et 20 à 30 cm de haut), sont orientés dans le sens de la plus grande pente et disposés en quinconce du haut vers le bas du versant. Cette disposition - très efficace contre le ruissellement du fait de la couverture totale du billon par les cultures canalise la circulation des eaux de pluies, et réduit leur vitesse et l'érosion.
- sur les pentes faibles et moyennes, les gros billons (E= 70 à 90 cm, H=30 à 40 cm), sont disposés en damier, avec toutefois une légère préférence aux billons parallèles aux courbes de niveau. Il est alors fréquent de rencontrer sur la même parcelle des billons dans le sens de la pente et des billons perpendiculaires à celle-ci.

Le système de culture est fonction de la densité de population (voir tableau ci dessous Roose E. 1994) , pour mémoire la densité moyenne de population à Mayotte est de 420 hab/km<sup>2</sup>

Relation entre la densité de la population, l'érosion, le système de culture, le système d'élevage et la gestion de la fertilité

Densité pop. < 40	100 à 400	400 à 800	> 800 hab/km <sup>2</sup>
<b>Système de culture</b>			
- cueillette - culture itinérante sur brûlis - culture de racines qq céréales	culture extensive - racines - céréales mil - sorgho - arachide	culture intensive - céréales - manioc, igname, patate - arachide, soja - bananier	jardin multiétagé - arbres fruitiers - bananiers - racines - peu de céréales - haricots, soja
<b>Système d'élevage</b>			
élevage: - peu développé - qq poulets + cabris - séparé	- troupeau villageois sur parcours extensifs - retour la nuit au parc	- petit bétail: à l'étable, au piquet + parcours 1/2 journée	- petit bétail + parc - stabulation quasi permanente - eau à l'étable - cultures fourragères haies vives
<b>Gestion de la fertilité</b>			
- brève durée des rotations culturales - puis jachère arbustive longue - cendres	- peu de poudrette (600 kg/vache/4 ha) - peu d'engrais minéral - durée des cultures - durée des jachères ↓	- poudrette + compost - plus de NPK - jachères courtes + parfois légumineuses - gestion des adventices	- culture continue, fumier ou compost + NPK + Ca Mg CO <sub>3</sub> si pH < 5 + gestion des adventices et des légumineuses
<b>Gestion des arbres</b>			
- exploitation - puis jachère	- défrichement accéléré - bois de village - rares arbres fruitiers	- défrichement - haies vives - arbres en clôture - fruitiers	jardin à 3 étages : - arbres forestiers - arbres fruitiers - culture associées



### Les conséquences de l'érosion sur l'appauvrissement du sol (baisse de fertilité)

Cet appauvrissement est lié au double effet de décapage des horizons supérieurs, habituellement les plus fertiles et de sélectivité de l'érosion : perte des argiles et de l'humus colloïdal. Ces éléments du sol sont généralement transportés jusqu'à l'embouchure du cours d'eau où ils se déposent soit après évaporation de l'eau, soit après floculation (lagon).

La teneur en humus et en éléments nutritifs du sol décroît. La capacité de rétention en eau du sol diminue. La stabilité structurale du sol décroît.

Hamma Yacouba (AUF: [www.bf.refer.org/touren/pageweb/accueil.htm](http://www.bf.refer.org/touren/pageweb/accueil.htm)) note des teneurs plus importantes en éléments fins (argiles et limons), en nutriments et bases échangeables (N, P, K, Ca, Mg) dans la fraction érodée (perdue) que dans le sol initial.

Les jachères de longue durée (20 ans) assuraient le renouvellement de la fertilité du sol.

L'enquête sur l'érosion (Bozza J., Chamssidine H, Longcôté J. déc. 2005) a mis en évidence une baisse générale de la production des cultures spécialement sur bananes et manioc, due au raccourcissement/arrêt des jachères et à l'absence de toute restitution d'éléments organiques et minéraux déjà mentionné dans sa première étude (Arrivets J. 1998).

Le brûlis répété conduit à la disparition de la M.O. de la couche superficielle du sol et à la libération du fer qui, sous certaines conditions, augmente la compaction du sol (augmentation de la densité apparente), conduit à une péjoration des propriétés physiques (réduction de l'enracinement, stress hydrique, réduction de l'infiltration) et à une reprise d'érosion. Le fer joue le rôle d'agent de liaison : matière organique évoluée -fer- argile (sol brun) (Duchaufour P. 2001)

Le labour réactive la biologie du sol, forte consommatrice de M.O., il est à l'origine de l'accélération de la minéralisation des matières organiques (M.O.) du sol (de son enrichissement passager) et donc de son instabilité. L'apport de M.O. doit suivre l'intensité des labours sous risque de pertes de M.O. et donc de baisse de la fertilité.

L'engorgement du sol en maintenant un état réducteur conduit à la mise en solution du fer (liaison argile humus) qui migre (perte) et nuit à une bonne stabilité structurale.

Pour mémoire, le piétinement des animaux (en particulier les sabots) nuit également à une bonne structure.

Pour mémoire, la fertilité d'un sol dépend également du type d'argile fonction de sa capacité à échanger des éléments fertilisants par unité de sol, ainsi, l'argile kaolinite (localisée à la périphérie des phonolites, ex. Chongui) présente une capacité d'échange\* faible (14 méq. / 100g de sol) ; la montmorillonite (sud de l'île : 40 méq/100g) tandis que la M.O. peut fixer jusqu'à 250 méq pour 100 g. de sol.

Un sol dégradé rentabilise moins bien les engrais car l'eau est moins disponible dans un sol compact (Roose E; et Rishir-umuhirwa Th., 2005)



**Bamiléké :** Le pays Bamiléké, sur les hauts plateaux de l'ouest du Cameroun, s'est longtemps singularisé par les performances d'une agriculture vivrière très intensive

**bilan de fertilité :** tests d'apports d'éléments fertilisants et de matière organique sur des parcelles de référence (Arrivets J. 2006)

**bilan hydrique :** se fonde sur le principe que le total des apports doit être égal au total des sorties plus une variation (+ ou -) correspondant au stock du sol pour une période de temps et une surface données.

**bilans spatialisés :** recherche d'indicateurs et de marqueurs physico- chimiques permettant d'identifier des zones limitées : on donne en exemple le Zinc (Zn) comme marqueur des zones urbanisées provenant des toits en tôle confirmé par l'étude de Thomassin B (oct-nov 2007 )

**capacité d'échange :** total des sites sur les argiles et complexe humique pour 100g de sol permettant de fixer des ions fertilisants.

**CELRL :** Conservatoire de l'espace littoral et des rivages lacustres

**CIRAD :** Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

**DRS CES :** Défense et restauration des sols, Conservation des eaux et des sols

**E.T.R. ou évapotranspiration réelle** correspond à la quantité d'eau perdue par le sol lors de l'évaoptranspiration des plantes et de l'évaporation directe du sol

**facteur topographique :** intègre la pente et sa longueur : à l'énergie cinétique due à la déclivité, l'accumulation de l'eau ruisselée le long de l'axe de drainage, fonction de la longueur de la pente, contribue à l'érosion.

**IRAT :** Institut de recherche en agronomie tropicale et des cultures vivrières intégré depuis 1987 au CIRAD\*

**IRD :** Institut de Recherche pour le Développement, ex ORSTOM

**padza :** étymologie incertaine, désigne les mauvaises terres (stériles impropres à la culture). Elles résultent du décapage (érosion) des sols, faisant apparaître les formations géologiques sous jacentes de roches pourries ou altérées.

**pente (%) :** exprimée en pourcentage , c'est le rapport de la dénivellation (différence d'altitude) par la distance horizontale correspondante x100. Ainsi, une pente de 100% correspond à un angle de 45° avec l'horizontale.

**splash (effet) :** détachement des agrégats du sol par le rejaillissement des gouttes de pluie

**SCV :** systèmes de culture sur couverture végétale, permanente : sol toujours protégé, sans travail du sol, ni façons superficielles : zéro labour, dans laquelle le semis de la culture est implanté directement : semis direct.

**Wischmeier :** statisticien du Service de la Conservation des Sols en Amérique du nord fut chargé de l'analyse et de la synthèse de plus de 10.000 mesures annuelles de l'érosion sur parcelles et sur petits bassins versants dans 46 stations de la Grande Plaine américaine (1958 1978). L'objectif était d'établir un modèle empirique de prévision de l'érosion à l'échelle du champ cultivé pour permettre aux techniciens de la lutte antiérosive de choisir le type d'aménagement nécessaire pour garder l'érosion en-dessous d'une valeur limite tolérable sous un climat, une pente et des facteurs de production donnés.

Le modèle est une fonction multiplicative de différents facteurs, à savoir l'érosivité des pluies, l'érodabilité du sol, le facteur topographique\*, le couvert végétal et les pratiques culturales et enfin les pratiques anti-érosives. Comme tout modèle empirique, celui-ci doit être alimenté par de nombreux résultats expérimentaux sur la zone d'étude.



Arrivets J. 1998, Cirad-Ca, « Culture du manioc et problèmes de fertilité des sols à Mayotte » 49 p. + annexes.

Arrivets J., mission d'appui sur la fertilité chimique des sols et protection de l'environnement, Mayotte du 14 au 23/11/2006 30 p.

Autfray P., Chamssidine H. in comité technique 2003. Opération AD 101. Systèmes à couvertures végétales et maîtrise de l'érosion. 46 p.

Baldy C., Stigter C. J., agrométéorologie des cultures multiples en régions chaudes 1993, INRA 245 p.

Bozza J., Chamssidine H., Longcôté J. Cirad Ca 2005. Propositions de mesures agro-environnementales dans le cadre de la lutte contre l'érosion en zone agricole. (zone de M'Tsahara) Adaptation des cultures sur fortes pentes (novembre 2005), 14 p.+ annexe

Bozza J., Chamssidine H., Bosseu G., Vallès V., (Cirad Ca, laboratoire d'Hydrogéologie de l'Université d'Avignon, traçages et modélisation des transferts, nov. 2006). Mise au point d'une méthode d'étude des flux terrigènes à l'échelle du bassin versant et de leur contribution à la pollution du lagon. 8p. -

Bozza J., Chamssidine H. jan 2007 Cirad-Ca, volet agronomie : "Fiches techniques concernant la lutte anti-érosive en zones de cultures à Mayotte" (Version1)

Bozza J., Chamssidine H., Chadouli O., Madi A., Liste du matériel végétal diffuse à la station de Dembéné nov. 2006 30 P.

Chabalier P. Mission d'appui sur la fertilité physique et chimique des sols, utilisation des boues d'épuration en compost, (du 25 au 31 octobre 2006). 19 p.

Champel F. , "Aide à la mise en place de techniques d'investigation appliquées à un projet de lutte contre l'érosion à Mayotte", stagiaire de l' IUT mesures physiques Université de Clermont Ferrand (avril-août 2006) 36 p.

Chamssidine H. Cnearc Cirad 2007. Les enjeux de l'eau et la production agricole à Mayotte. Thèse de Master of Science 49 p. + annexes;

Duchaufour P. "introduction à la science du sol - sol, végétation, environnement", 6ème édition Dunod

Ferret, J. B. 2004. Étude de l'érosion de trois types de zones sensibles lors de la saison des pluies Mayotte : CIRAD-Forêt. Mémoire de Diplôme d'Ingénieur : Montpellier : ENSA, 63 p

Holley F. 2003. Évolution spatiale des mangroves de Mayotte et activité humaines dans les bassins versants Cirad-Forêt. Mémoire de fin d'étude École Supérieure d'Agriculture de Purpan. 81p.

Khamsouk B., Roose E., Dorel M. & Blanchart E., 1999 . Bulletin du Réseau Erosion, 19, Vol. 1 : p : 206-215

Lapègue J., 1999, Erosion et sédimentation terrigène à Mayotte, archipel des Comores, océan indien. L'exemple d'une approche des phénomènes à plusieurs niveaux. Bulletin n° 2 des Naturalistes, Historiens et géographes de Mayotte p. 10 à 20.

Lapègue J., 1999 . Aspect quantitatifs et qualitatifs de la pluviométrie dans deux enjeux majeurs de la problématique de l'eau à Mayotte : La ressource hydrique, l'assainissement pluvial et l'érosion. Thèse Uni. Réunion

Latrille Ed., Subreville G., 1977, Etat comorien, IRAT, "Exploitation agronomique des cartes de l'inventaire des terres cultivées " 375 p. + annexes.

Le Gall A. , Activités agricoles et gestion durable du patrimoine foncier du CELRL à Mayotte : systèmes de culture à base de manioc et érosion des sols sur le site de Papani-Moya 2004 . - 56-[68] p., Diplôme Mémoire DAR : Rennes , ENSAR : 2004.

Longcôté J. "Participation au programme 2005-2006 du Cirad Agronomie à Mayotte", stagiaire Université de Reims (septembre 2005)

Lidon B., 2004, Rapport de mission à Mayotte du 11 au 19 mai 2004. Valorisation agricole des ressources en eau et préservation de l'environnement. Cirad-Ca Montpellier, 17 p. + annexes



## Fiche 4.6 Bibliographie (suite)

Pariaud, Bénédicte. 2003. Effet de la gestion de l'intercalaire de culture sur l'alimentation hydrique du bananier à Mayotte. Rapport de stage : Grignon, INAPG, Montpellier. CIRAD-CA, 2003, 118-[21] p.

Raunet, M., 1992. Les facteurs de l'érosion des terres et de l'envasement du lagon Montpellier : CIRAD-CA , 68 p.

Raunet, M., 2004, Site de Papani-Moya. Diagnostic morpho-pédologique, mars 2004 Cirad-Ca Montpellier, 11p + annexe.

Reyniers F.N. Cirad Ca Bilan hydrique agricole et sécheresse en Afrique Tropicale ED. John Libbey, 1994 p 79 89

Roose, E. Rome, 1994, Gestion conservatoire des eaux, de la biomasse et de la fertilité des sols(GCES), bulletin FAO n° 70.

Roose E. et al. 2005, J, sc. AUF Antananarivo p 51-56, 181 188

Roose E; et Rishirumuhirwa Th., 2005, J. Sc. AUF, Antananarivo, 57-63 p.

Thomassin B. Evaluation de la qualité des eaux cotières du lagon à partir des polluants dosés dans les huîtres méditerranéennes ifrecor, univ de la Méditerranée oct-nov 2007.

Montpellier , le 20 juin 2008



## En guise de conclusion



L'exiguïté du territoire, l'origine volcanique conférant un relief très accidenté et une couverture pédologique riche en argiles fragilisent l'environnement naturel de Mayotte mis à mal par la politique de rattrapage économique et social actuel, tout particulièrement la forte pression foncière liée à la démographie (infrastructure urbaine et routière), ensuite, le rattrapage du niveau de vie et son pendant obligé chez les agriculteurs : la pluri activité qui réduit le temps disponible pour les cultures, exploitées en extensif qui engendre une spirale de dégradation des sols. L'abandon des jachères consécutif à la pression foncière (Arrivets 2006) et l'absence d'apports de fertilisants minent le capital sol et réduisent d'autant la productivité. L'envasement du lagon est un marqueur intense du déséquilibre socio économique de l'île à l'égard de ses ressources naturelles.

Aux techniques de DRS\* et CES\* lourdes, qui se sont soldées par des échecs sous les tropiques en général, et à Mayotte en particulier (Latrille Ed. Subreville G. 1979, Raunet M. 2004), Roose E. (1994) propose de leur substituer l'approche "GCES" permettant d'améliorer l'infiltration au champ afin d'augmenter la production de biomasse (donc les rendements) en couvrant mieux le sol et de rétablir l'équilibre des bilans des matières organiques et minérales du sol. Par conséquent, elle cherche à réduire les effets de l'érosion et des transports solides en modifiant les systèmes de production tout en responsabilisant les paysans face à leur environnement.

En zones de culture, l'augmentation de la biomasse, seul moyen efficace de lutter contre l'érosion des argiles à la source de l'érosion, par la remontée de la fertilité des sols, va de pair avec l'accroissement des rendements et répond à l'attente des agriculteurs.

La protection des infrastructures communautaires (retenues, sentiers) et in fine du lagon à l'égard des flux terrigènes relèvent autant d'actions à la parcelle (producteur), que d'actions communes sur le bassin versant (communauté d'intérêts) (Lapègue, 1999b ; Lidon, 2004).

La photo ci dessous illustre le processus de dégradation des sols : la parcelle est rétrogradée en paturage extensif par manque de productivité (perte de fertilité), le piétinement des bêtes réduit un peu plus la production de biomasse et favorise le ruissellement, engendrant des plaques d'érosion localisées, précurseurs de padzas anthropiques.



Route de Vahibé